

Desenvolvimento vegetativo de plantas de milho e soja em associações com bactérias fixadoras de nitrogênio e adubação nitrogenada

Kássia de Paula Barbosa¹, Lucas Freitas do Nascimento Júnior¹, Patrícia Costa Silva², Thomas Jefferson Cavalcante¹, Andreia Aparecida Ferreira da Silva², Reginaldo Ferreira Santos³

¹Instituto Federal Goiano, Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, Rio Verde - GO

²Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita – UNESP/FCA – Programa de Pós Graduação em Agronomia – Irrigação e Drenagem – Campus Lageado, Botucatu – SP;

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Programa de Pós graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Cascavel – PR.

E-mail autor correspondente: profandreiabio@hotmail.com

Artigo enviado em 13/05/2017, aceito em 23/12/2017.

Resumo: Este trabalho foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências da Universidade Estadual de Goiás – UEG, Campus de Santa Helena de Goiás – GO, localizado a uma latitude 17° 48' 49" 'S; e longitude 50° 35' 49" W, teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho e de soja em associações com bactérias fixadoras de nitrogênio e adubação nitrogenada. Para cada cultura foi realizado um experimento no qual o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituídos por 5 tratamentos, e 6 blocos, os quais foram compostas por vasos com capacidade para 5 kg de solo. Os tratamentos corresponderam a: T1- inoculação das sementes com bactéria, T2- ausência de inoculação e aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) na semeadura e em cobertura, T3- inoculação das sementes com bactéria + aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) na semeadura, T4- inoculação das sementes com bactéria + aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) em cobertura, T5- inoculação das sementes com bactéria + aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) na semeadura e em cobertura. A inoculação das sementes de milho de forma isolada, não foi eficiente quanto ao suprimento de nitrogênio para o desenvolvimento das plantas de milho. Para a cultura da soja todos os demais parâmetros estudados não apresentaram variação significativa.

Palavras-chave: *Zeamays*, *GlycineMax*, Fixação biológica de nitrogênio.

Vegetative growth of corn and soybean plants in association with nitrogen fixing bacteria and nitrogen fertilization

Abstract: This study was conducted in a greenhouse, on the premises of the State University of Goiás - UEG, Campus of Santa Helena de Goiás – GO, located a 17 ° latitude 48 '49' 'S; and longitude 50 ° 35 '49' 'W, it was to evaluate the vegetative development of corn and soybean plants in association with nitrogen fixing bacteria and nitrogen fertilization. For each culture was conducted an experiment in which the experimental design was a randomized block consisting of 5 treatments and 6 blocks, which were composed of vessels with a capacity of 5 kg of soil. Treatments match: T1- seed

inoculation with bacteria,T2- absence of inoculation and application / fertilization with mineral nitrogen (N-mineral) at sowing and coverage,T3- seed inoculation with bacteria + application / fertilization with mineral nitrogen (N-mineral) at sowing,T4- seed inoculation with bacteria + application / fertilization with mineral nitrogen (N-mineral) coverage,T5- seed inoculation with bacteria + application / fertilization with mineral nitrogen (N-mineral) at sowing and coverage.Inoculation of maize seeds in isolation, was not effective as the nitrogen supply to the development of corn plants. For the soybean crop all the other parameters showed no significant change.

Keywords: *Zea mays*; *Glycine Max*; Biological nitrogen fixation.

Introdução

O nitrogênio (N) é um dos componentes essenciais da célula vegetal sendo considerado um nutriente fundamental no incremento da produtividade das culturas; contudo, os solos brasileiros em sua maioria, apresentam baixo teor de N tornando a adubação com N-fertilizante uma prática indispensável. Entretanto, apenas 50% do N-fertilizante aplicado em solos de regiões tropicais é aproveitado pelas plantas, sendo o restante perdido por lixiviação, volatilização dentre outras causas (REPKE *et al.*, 2013; DARTORA *et al.*, 2013).

As plantas absorvem o N nas formas de amônia (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻) e sua fixação nas plantas depende da presença de outros nutrientes no solo e nas plantas, bem como de algumas bactérias fixadoras que se desenvolvem nas raízes de algumas culturas. A fixação biológica do nitrogênio atmosférico é realizada por um grupo restrito de bactérias, denominadas diazotróficas, dentre estas, as do gênero *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* (MELLO, 2012; KAPPES *et al.*, 2013)

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo biológico importante porque torna possível a assimilação do nitrogênio através das bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN). Com a FBN também há redução na aplicação de doses excessivas de

compostos nitrogenados, os quais podem contaminar os recursos hídricos e vegetais consumidos pelo homem, possibilitando uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente (MARIN *et al.*, 1999).

As culturas do milho e da soja fazem parte da alimentação humana e animal, sendo que estas culturas necessitam de condições edafoclimáticas e nutricionais ideais para seu completo desenvolvimento. O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade por essas plantas, sendo o mais limitante para a produtividade dos grãos (SILVA *et al.*, 2011; FARINELLI e LEMOS, 2012; REPKE *et al.*, 2013). Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos de soja são necessários 80 kg de nitrogênio, na cultura do milho a deficiência deste nutriente pode afetar o rendimento de grãos entre 14 a 80%, além de diminuir o teor de proteína nos grãos e a aplicação de nitrogênio mineral eleva os custos de produção (SILVA *et al.*, 2011, FANCELLI, 2011).

Segundo Pinto Junior *et al.* (2012), a inoculação com estirpes de *Azospirillum brasilense* resultou significativamente no aumento de matéria seca, bem como para o desenvolvimento das plantas de milho. De acordo com Farinelli *et al.* (2012), a inoculação de sementes com bactérias do gênero *Azospirillum* contribuíram para melhorar as características morfológicas e produtivas do milho e a

maior média de produtividade foi obtida com o uso de inoculante em pó associado à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Miachonet *al.* (2011) concluíram que o uso de *Azospirillum* cultura de milho associada a baixas dosagens de nitrogênio influenciou na massa de 100 sementes, apresentou viabilidade técnica, contribuindo desta forma para o aumento de produtividade sendo que, a inoculação com a bactéria oferece maiores resultados quando associada a baixas quantidades de nitrogênio.

Zilliet *al.* (2010) concluíram que a inoculação de soja com inoculante contendo as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* forma líquida e turfosas proporcionou aumento no rendimento de grãos semelhante a adubação nitrogenada mineral com 200 kg ha⁻¹ de N. A soja é uma das poucas leguminosas que se associam com bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, e as mesmas são pouco prováveis de serem encontradas em solo que ainda não foram cultivados com soja (VIEIRA NETO *et al.*, 2008).

Os resultados conflitantes reportados na literatura apontam a necessidade de mais estudos que envolvam a resposta dessas culturas à adubação mineral e à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio. Sendo assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho e de soja em associações com bactérias fixadoras de nitrogênio e adubação nitrogenada.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências da Universidade Estadual de Goiás – UEG, Campus de Santa Helena de Goiás – GO, localizado a uma latitude 17° 48' 49" 'S; e longitude 50° 35' 49" W, com 562 metros de altitude. O clima da região é

classificado como Tropical Úmido (Aw), com inverno seco e verão chuvoso (KÖPPEN, 1931). Basicamente, há duas estações bem definidas: a chuvosa, que vai de outubro a abril, e a seca, que vai de maio a setembro. A média térmica é de 23 °C, e as máximas podem chegar a até 39 °C. As temperaturas mais baixas, por sua vez, são registradas entre maio e julho. O índice pluviométrico médio da região é de 1.300 mm anuais. O solo utilizado na pesquisa é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), textura argilosa, apresentando as seguintes características texturais e químicas (camada de 0-20 cm), respectivamente: areia = 14,36%, argila = 66,88% e silte = 18,76; pH em água 5,0; P = 8,1 mg dm⁻³; K = 148 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 2,99 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 1,12 cmolc dm⁻³; Al³⁺ = 0,48 cmolc dm⁻³; H + Al = 2,7 cmolc dm⁻³; SB = 1,0 cmolc dm⁻³; t = 1,48 cmolc dm⁻³; T = 3,70 cmolc dm⁻³; V = 27%; m = 32,4% e 1,62% de matéria orgânica

Por meio da análise de solo procedeu-se a correção da acidez bem como, o fornecimento de nutrientes essenciais de acordo com a Recomendação de Adubação do Estado de Goiás (CFSG, 1988). Para a correção da acidez aplicou-se 671,61 kg ha⁻¹ correspondendo a 1,81 g por vaso de calcário calcítico 75%. Para os tratamentos contendo nitrogênio fez-se adubação de acordo com a dose recomendada para essa análise de solo sendo 20 kg ha⁻¹ na semeadura e 90 kg ha⁻¹ na cobertura para cultura do milho o que correspondeu a uma aplicação de 0,11 g de uréia na semeadura e 0,5 g de uréia em cobertura. Para a cultura da soja utilizou-se a dosagem de 10 kg ha⁻¹ na semeadura e 10 kg ha⁻¹ na cobertura, o que correspondeu a uma aplicação de 0,055 g de uréia na semeadura e na cobertura.

Os vasos foram preenchidos com solo corrigido e logo após foram semeadas quatro sementes por vaso no dia 24 de outubro de 2013, a três cm de profundidade. Sete dias após a germinação realizou-se desbaste, deixando uma planta mais uniforme e vigorosa em cada vaso. Realizou-se a irrigação diária controlada para repor a água evapotranspirada durante todo o experimento, e o teor de água do solo foi mantido próximo à capacidade de campo, através do método gravimétrico (CATUCHI et al., 2011).

Os cultivares de milho e soja utilizados no estudo foram oDKB 185 PRO eNA 5909RG, respectivamente. O inoculante utilizado para o milho foi o Biomax® Premium Líquido constituído por bactérias da espécie *Azospirillum brasiliense* estirpe AbV5, cuja recomendação para tratamento de semente é 150 mL 20 kg⁻¹ de sementes. Já o inoculante utilizado para a soja foi o Biomax® Premium Líquido constituído por bactérias da espécie *Bradyrhizobium japonicum* estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080 e nesta cultura a recomendação para tratamento de semente é 60 mL 50 kg⁻¹ de sementes.

Para cada cultura foi realizado um experimento no qual o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituídos por 5 tratamentos, e 6 blocos, totalizando 30 unidades experimentais, as quais foram compostas por vasos com capacidade para 5 kg de solo. Os tratamentos corresponderam a: Tratamento 1 (T1)- inoculação das sementes com bactéria, Tratamento 2 (T2)- ausência de inoculação e aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) na semeadura e em cobertura, Tratamento 3 (T3)- inoculação das sementes com bactéria + aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) na semeadura, Tratamento 4 (T4)-

inoculação das sementes com bactéria + aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) em cobertura, Tratamento 5 (T5)- inoculação das sementes com bactéria + aplicação/adubação com nitrogênio mineral (N-mineral) na semeadura e em cobertura.

Nos tratamentos com a aplicação de nitrogênio em cobertura, foi utilizada a uréia tradicional 35 dias após a emergência. As plantas foram mantidas nos vasos por 50 dias após a germinação, efetuando regas periódicas para permitir a umidade do solo com 70 % da capacidade de campo. Aos 50 dias após a germinação foram efetuadas as seguintes determinações: altura da planta com auxílio de uma trena rente ao solo até o meristema apical, diâmetro do colmo com auxílio de um paquímetro digital a 5 cm do solo, índice de clorofila Falker foi obtido através do clorofilômetro da FALKER-CFL1030, comprimento do sistema radicular medido com auxílio de régua graduada, massa seca da raiz e parte aérea obtidas através da pesagem após secagem em estufa a 65°C e número de nódulos obtidos mediante contagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para a comparação das médias dos tratamentos foi empregado o teste de Tukey a 5% de significância. O programa estatístico utilizado foi SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

De acordo com análise de variância (Tabela 1), verificou-se que os dados de altura de plantas, diâmetro de colmo, massa seca de raiz e parte aérea foram significativos a 5% de probabilidade e os parâmetros índice de clorofila Falker e comprimento da raiz os tratamentos não diferiram estatisticamente. Para os parâmetros que apresentaram

significância os tratamentos T2, T4 e T5 apresentaram melhores resultados que os demais, sendo que o tratamento que recebeu somente a inoculação com BFN (T1) não proporcionou bons resultados. Esse fato demonstra a importância da adubação mineral com N. É notório que estatisticamente somente a inoculação com a estirpe de *Azospirillum brasilense*

não influenciou efetivamente o desenvolvimento vegetativo das plantas de milho, visto que as mesmas se desenvolveram de forma superior nos tratamentos que contiveram ureia como fonte de nitrogênio via adubação (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da ANAVA para altura de plantas (AP), número de folhas, diâmetro de colmo (DC), índice de clorofila Falker (ICF), comprimento da raiz (CR), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea

Tratamentos	AP (cm)	DC (mm)	ICF	CR (cm)	MSR (g)	MSPA (g)
T1	39,33 D	7,33 B	41,67 A	51,50 A	6,50 C	3,17 B
T2	86,67 A	12,33 A	35,00 A	47,50 A	15,33 A	20,00 A
T3	48,50 C	9,33 B	32,83 A	55,50 A	7,33 BC	5,50 B
T4	75,17 B	13,33 A	39,17 A	50,67 A	13,33 AB	17,17 A
T5	81,67 AB	13,17 A	37,67 A	54,33 A	11,66 ABC	21,33 A
CV (%)	7,04	11,51	42,34	11,79	36,22	27,02

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV = coeficiente de variação.

A altura de planta é fortemente influenciada pela disponibilidade de N no solo, uma vez que este nutriente participa diretamente da divisão e expansão celular e do processo fotossintético (REPKE *et al.*, 2013; TAIZE e ZEIGER, 2013).

Para Braccini *et al.* (2008) avaliando a eficiência da inoculação de sementes de milho na ausência e na presença de nitrogênio e *Azospirillum*, os autores verificaram que os tratamentos o quais foram inoculados com a bactéria *Azospirillum* proporcionaram maior altura de plantas resultado semelhante ao deste estudo. Somente as plantas sem adição de N (T1) apresentaram resultados inferiores, resultado semelhante foi encontrado por Wolschicket *et al.* (2003). De acordo com Santos *et al.* (2013), o aumento do diâmetro do colmo favorece o

transporte de água e nutrientes. Em seu estudo os autores relatam que as BFN proporcionaram significativo aumento no diâmetro de colmo. No entanto Mendes *et al.* (2012) verificaram que não houve variação estatística para o parâmetro diâmetro do colmo quando referente a inoculação. Esse fato pode ser observado no tratamento somente com a inoculação de bactéria (T1), o qual não apresentou bons resultados para as variáveis avaliadas.

Kusset *et al.* (2007) avaliaram o comprimento da raiz de diferentes cultivares de arroz irrigado inoculadas com bactérias diazotróficas e cultivadas em solução nutritiva, eles também não notaram variação estatística entre os tratamentos mediante inoculação. Morais (2012) relatou em sua pesquisa uma relação significativa entre dose de N e de inoculante, a qual

proporcionou maior acúmulo de massa seca de raiz e da parte aérea de planta de milho. Esse fato pode ser observado nos tratamentos T2, T4 e T5, os quais apresentaram melhores resultados para os parâmetros analisados. Evidenciando o uso de nitrogênio mineral para o desenvolvimento da cultura.

De maneira geral a inoculação com BFN sem adição de N- mineral não foi capaz de proporcionar o desenvolvimento da cultura do milho até o período avaliado. Segundo Repke et al. (2013) a adição de fertilizante nitrogenado pode diminuir a proporção de diazotróficos no solo reduzindo o efeito da estirpe. Hungria (2011), em trabalho com plantas de milho inoculadas, salienta que, nos tratamentos que receberam 100% de N na forma mineral de uréia, o efeito da

inoculação com *Azospirillum* foi em geral anulado.

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância das variáveis avaliadas para a cultura da soja. Os parâmetros avaliados não diferiram estatisticamente em função dos tratamentos. Os resultados apresentados na Tabela 2 quanto à interação inoculante e uso de N-mineral (T3, T4, T5), não apresentou efeito significativo, mostrando que usar a fonte mineral deste nutriente concomitantemente ao inoculante não se justifica. Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores quando avaliaram a interação do fertilizante mineral e a FBN por bactérias (SANTOS NETO et al., 2013; BERGAMIN et al., 2007; HUNGRIA et al., 1997).

Tabela 2 – Resumo da ANAVA para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), índice de clorofila Falker (ICF), comprimento da raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e número de nódulos (NN)

Tratamentos	AP (cm)	DC (mm)	ICF	CR (cm)	MSR (g)	MSPA (g)	NN
T1	78,8 A	5,3 A	54,5 A	61,1 A	2,0 A	7,0 A	196,0 A
T2	83,6 A	6,3 A	56,8 A	58,1 A	2,3 A	8,1 A	205,1 A
T3	85,3 A	6,0 A	57,1 A	58,1 A	2,3 A	7,6 A	190,3 A
T4	80,0 A	6,0 A	57,3 A	53,5 A	2,3 A	8,3 A	166,0 A
T5	84,0 A	6,3 A	55,5 A	58,5 A	2,6 A	8,6 A	201,6 A
CV (%)	16,5	10,2	4,1	22,2	17,8	15,9	23,4

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV = coeficiente de variação.

As plantas de soja apresentam rizóbios capazes de fixar N da atmosfera, estando em simbiose com a planta este é responsável por disponibilizar o nitrogênio absorvido. Estudos relatam que somente a inoculação com BFN é suficiente para o desenvolvimento pleno desta cultura. Alguns fatores podem limitar a fixação de nitrogênio e consequentemente a produtividade da cultura sendo estes a competição por sítios nodulares entre estirpes inoculadas e os rizóbios do solo,

condições de baixa fertilidade do solo e elevadas doses de nitrogênio, (GRAHAN e TEMPLE, 1984), assim como efeitos climáticos.

A simbiose, que ocorre entre a cultura da soja e as BFN, resulta na formação de nódulos nas raízes da planta, possibilitando a obtenção de todo o N que a cultura necessita (SANTOS NETO et al., 2013). Sendo assim, o N na forma de fertilizante não contribui para o aumento significativo da produtividade da cultura, podendo

ser um fator de risco a nodulação e ao processo de FBN e como consequência causar redução na produtividade, além de aumentar os custos de produção (BERGAMIN *et al.*, 2007).

Os estudos relacionados a capacidade da planta de soja em fixar N₂, corrobora para a utilização de inoculantes sem suplementação de fertilizantes nitrogenados no cultivo dessa cultura (HUNGRIA et al., 1997). O uso eficiente da inoculação pode promover em rendimentos e possibilitar o não uso de N-mineral, contudo, além de promover uma redução nos custos de produção, a utilização de BFN não promove poluição do meio ambiente (ROMANINI JÚNIOR et al., 2007)

Conclusões

A adubação com nitrogênio mineral via uréia na ausência quanto na presença de bactérias promoveu melhor desenvolvimento vegetativo das plantas de milho.

A inoculação das sementes de milho de forma isolada, não foi eficiente quanto ao suprimento de nitrogênio para garantir o desenvolvimento das plantas de milho.

Para a cultura da soja todos os parâmetros estudados não apresentaram variação significativa.

Na cultura da soja somente a inoculação das sementes com bactéria fixadoras de nitrogênio é capaz de fornecer nitrogênio necessário para garantir o desenvolvimento vegetativo das plantas.

Referencias

BERGAMIN, A.C.; VENTUROSO, L.R.; VALADAO JUNIOR, D.D.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D.; SEMAN, O.B.; LIMA, W.A.; OLIVEIRA, W.B.; CONUS, L.A.; BARROS, L.S. Resposta de cultivares de soja à inoculação de sementes e adubação

nitrogenada em Rolim de Moura-RO. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, Gramado, 2007.

BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P.; CATO, S.C.; BARBOSA, M.C. Eficiência da inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, 2008, Londrina. **Resumos...** Sete Lagoas - MG: ABMS - Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2008. v.1. 1p.

CATUCHI, T.A.; VÍTOLO, H.F.; BERTOLLI, S.C.; SOUZA, G.M. Tolerance to water deficiency between two soybean cultivars: transgenic versus conventional. **Ciência Rural**, v. 31, p. 373-378, 2011.

CFSG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação.** Goiânia: UFG: EMGOPA, 1988. 101 p. (Informativo Técnico, 1).

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; DENIELE MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum* brasilense e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2013. 353p.

FANCELLI, A. L. Fenologia, fisiologia da produção e implicações práticas de manejo. In: **Milho: produção e produtividade**, Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2011, p. 1-34.

- FARINELLI, R.; HANASHIRO R. K.; AMARAL, C. B. do; FORNASIERI FILHO, D. Reposta da Cultura do Milho à Inoculação de Sementes e Adubação Nitrogenada em Cobertura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia, **Anais...**, 2012. 7p.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.1, p.63-70, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GRAHAM, P.H.; TEMPLE, S.R. Selection for improved nitrogen fixation in *Glycine max* (L.) Merriland *Phaseolus vulgaris* L. **Plant and Soil**, v.82, p.315-327, 1984.
- GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. de; ALCANTARA, R. M. C. M. de; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, v.9, n. 4, p. 469-474, 2008.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; CAMPO, R. J. **A inoculação da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 28p. (Circular Técnica 17).
- KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2013.
- KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science**. Berlin: Walter de Gruyter; 1931. 390 p.
- KUSS, A. V.; KUSS, V. V.; HOLTZ, É. K.; LOVATO, T. Inoculação de bactérias diazotróficas e desenvolvimento de plântulas de arroz irrigado em solução nutritiva e câmara de crescimento. **Revista da FZVA**, v.14, n.2, p.23-33, 2007.
- MARIN, V. A.; BALDANI, V. L. D.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; BALDANI, J. I. **Fixação Biológica de Nitrogênio: Bactérias Fixadoras de Nitrogênio de Importância para a Agricultura Tropical**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1999.
- MELLO, N. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo**. Passo Fundo, Rio Grande do Sul. 2012. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- MENDES, M. C.; POSSATTO JUNIOR, O.; ROSSI, E. S.; NEIVERTH, V.; ZOCHE, J. C.; SCHLOSSER, J.; ROSÁRIO, J. G. do; FARIA, M. V. Redução da Adubação em Cobertura e Associação com *Azospirillum brasilense* aplicado Via Foliar na Cultura do Milho em Espaçamento Reduzido. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2012. 7p.
- MIACHON, L. P.; FANCELLI, A. L.; JUSTO, C. H. D.; VERDE, D. A. Avaliação da eficiência agrônômica de diferentes

formulações de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. In: 19^o SIICUSP-Simpósio Internacional de Iniciação Científica, 19, 2011, Piracicaba. **Anais**, Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2011.

MORAIS, T. P. de. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho**. Uberlândia, Minas Gerais. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

PINTO JUNIOR, A. S.; GUIMARÃES, V. F.; RODRIGUES, L. F. O. S.; OFFEMANN, L. C.; COSTA, A. C. P. R.; SILVA, M. B. da; DRANSKI, J. A. L.; BANDEIRA, K. B.; PEDROSA, F. O.; SOUZA, E. M. Resposta a Inoculação de Estirpes de *Azospirillum brasilense* na Cultura do Milho na Região Oeste do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2012. 7p.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.214-226, 2013.

ROMANINI JUNIOR, A.; ARF, O.; BINOTTI, F. S.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; FERNANDES, F. A. Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, p. 74-82, 2007.

SANTOS, O. J. S. P. dos; MILANI, K. M. L.; MOREIRA, G. G.; ZUCARELLI, J.V.; LIMA, G. de; TAKAHASHI, B. Y.; ZUCARELI, C.; OLIVEIRA, A. L. M. de. Avaliação da

arquitetura de plantas de milho inoculadas com diferentes estirpes de bactérias promotoras do crescimento vegetal.

BBR - Biochemistry and Biotechnology Report, v.2, n.3, p.384-387, 2013.

SANTOS NETO, J. T., LUCAS, F. T., FRAGA, D. F., OLIVEIRA, L. F.; PEDROSO NETO, J. C. Adubação nitrogenada, com e sem inoculação de semente, na cultura da soja. **Fazu em Revista**, v. 10, p. 8-12, 2013.

SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v.27, n.3, p.404-412, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p. VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E. de; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. de. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, n. 2, p. 861-870, 2008.

WOLSCHICK, D.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; JADOSKI, S. O. Adubação nitrogenada na cultura do milho no sistema plantio direto em ano com precipitação pluvial normal e com "El Niño". **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 461-468, 2003.

ZILLI, J. É.; SMIDERLE, O. J.; FERNANDES JÚNIOR, P. I. Eficiência agrônômica de diferentes formulações de inoculantes contendo *Bradyrhizobium* na cultura da soja em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.4, n.2, p.56-61